



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 40 738 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 M 61/10**  
F 02 M 47/06

DE 100 40 738 A 1

②① Aktenzeichen: 100 40 738.2  
②② Anmeldetag: 17. 8. 2000  
②③ Offenlegungstag: 15. 3. 2001

③⑩ Unionspriorität:

551/99 U	19. 08. 1999	AT
899/99 U	23. 12. 1999	AT
464/00 U	27. 06. 2000	AT

⑦① Anmelder:  
AVL List GmbH, Graz, AT

⑦④ Vertreter:  
Katscher, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 64291 Darmstadt

⑦② Erfinder:

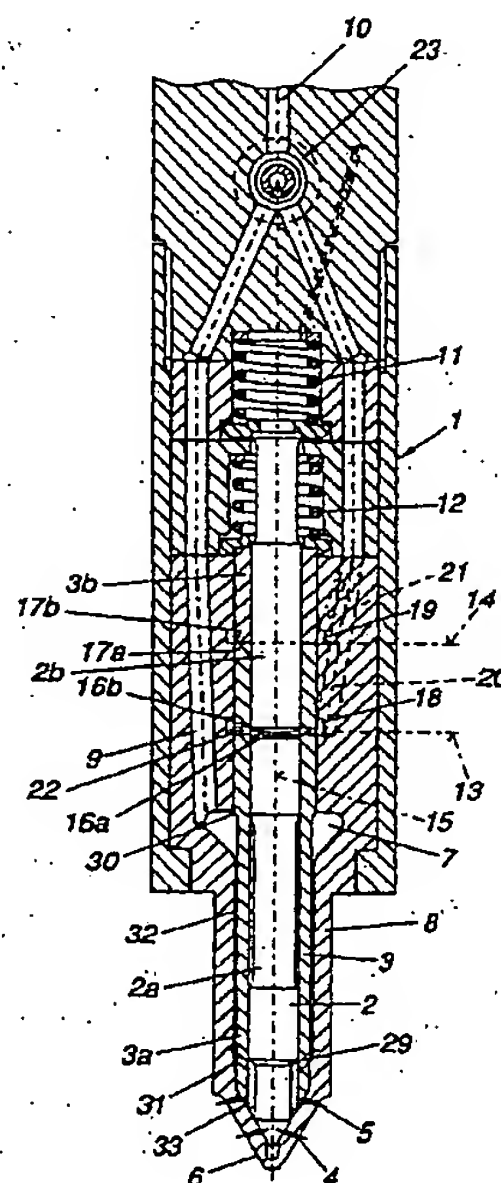
Derschmidt, Otfried, Dipl.-Ing., Gunskirchen, AT

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Einspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer als Doppelnadeldüse ausgeführten Einspritzdüse

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Einspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer als Doppelnadeldüse ausgeführten Einspritzdüse (1; 101; 201) zur Realisierung unterschiedlicher Einspritzquerschnitte für den Teillastbetrieb und den Volllastbetrieb, mit einer mit ersten Einspritzöffnungen (4; 104; 204) zusammenwirkenden ersten Düsennadel (2; 102; 202) und einer mit zweiten Einspritzöffnungen (5; 105; 205) zusammenwirkenden zweiten Düsennadel (3; 103; 203), wobei die erste und die zweite Düsennadel (2, 3; 102, 103; 202, 203) im Teillastbetrieb unabhängig voneinander und alternativ geöffnet werden können. Um die Verkokungsgefahr zu vermindern, ist vorgesehen, dass im Teillastbetrieb die erste und die zweite Düsennadel (2, 3; 102, 103; 202, 203) abwechselnd und im Volllastbetrieb beide Düsennadeln (2, 3; 102, 103; 202, 203) gleichzeitig betätigbar sind.



DE 100 40 738 A 1

Die Erfindung betrifft eine Einspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer als Doppelnadeldüse ausgeführten Einspritzdüse zur Realisierung unterschiedlicher Einspritzquerschnitte für den Teillastbetrieb und den Vollastbetrieb, mit einer mit ersten Einspritzöffnungen zusammenwirkenden ersten Düsennadel und einer mit zweiten Einspritzöffnungen zusammenwirkenden zweiten Düsennadel, wobei die erste und die zweite Düsennadel im Teillastbetrieb unabhängig voneinander und alternativ geöffnet werden können.

Es ist bekannt, bei Brennkraftmaschinen, insbesondere Dieselmotoren, mit einem nockengetriebenen Einspritzsystem, Einspritzdüsen als Doppelnadeldüsen oder als Düsen mit variablem Spritzlochquerschnitt zur Erzielung einer Teillast- und Vollasteinspritzung mit verschiedenen Einspritzmengen auszuführen. Eine derartige Einspritzsystemkonfiguration hat gegenüber einem standardmäßigem, nockengetriebenen Einspritzsystem mit einer Düse mit konstantem Einspritzbohrungsquerschnitt bzw. Lochanzahl, bei der mit der Einspritzmenge die Einspritzdruckcharakteristik bei konstanter Motordrehzahl zunimmt, den Vorteil, dass der Spritzlochquerschnitt bzw. die Spritzlochanzahl für Teillast und Vollast optimal ausgelegt werden kann. Dabei wird in Abhängigkeit der Einspritzmenge ein Funktionsbereich für die Teillastdüse und ein Bereich für die Vollastdüse definiert. Dadurch, dass die Teillastdüse einen deutlich kleineren Spritzlochquerschnitt als die Vollastdüse hat, kann im Teillastbetrieb die eingespritzte Menge pro Zeiteinheit verringert und vor allem der Einspritzdruck erhöht werden. Die Verringerung des Durchflusses und Erhöhung des Einspritzdruckes bei Teillast wirken sich vorteilhaft auf die Emissionen aus, vor allem können die Rauchemissionen wesentlich gegenüber einem Einspritzsystem mit auf Vollast ausgelegtem Spritzlochquerschnitt reduziert werden. Bei Einspritzanlagen mit zwei Düsennadeln wird zum Beispiel im Teillastbetrieb eine der beiden Düsennadeln geschlossen gehalten und erst im Vollastbetrieb geöffnet. Wird die Brennkraftmaschine zu lange im Teillastbetrieb betrieben, so besteht die Gefahr, dass durch Nichtbetätigen der nur bei Vollast geöffnete Düsennadel die dazugehörigen Einspritzöffnungen verkoken können.

Aus der DE 41 15 477 A ist eine Einspritzeinrichtung bekannt, bei der beide Düsennadeln jeweils mit Kolben verbunden sind, die jeweils in einem Zylinderraum beweglich angeordnet sind. Über ein zwei Stellungen aufweisendes Schaltorgan wird jeweils einer dieser Zylinderräume mit Einspritzdruck beaufschlagt, wobei der andere Zylinderraum mit einem Leckölanschluss verbunden ist. Dadurch können beide Düsennadeln alternativ angesteuert werden. Bei jedem Einspritzvorgang ist dabei jeweils nur eine Düsennadel aktiv, wogegen die zweite Düsennadel in ihrer geschlossenen Stellung verbleibt. Jede dieser Düsennadeln wird somit nur in einem bestimmten Motorbetriebsbereich, also die eine Düsennadel bei Teillast und die andere Düsennadel bei Vollast, geöffnet. Auch hier ergibt sich der Nachteil, dass bei konstantem Motorbetrieb die zugehörigen Einspritzöffnungen der nicht betätigten Düsennadel leicht verkoken können.

Die Veröffentlichungen DE 41 15 478 C2, CH 623 114 A5 und EP 0 028 288 A1 beschreiben jeweils eine Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, welche zwei nebeneinander angeordnete Düsennadeln aufweist, die alternativ betätigbar sind. Über jede Düsennadel wird jeweils eine Gruppe von Einspritzöffnungen angesteuert, wobei eine Gruppe der Einspritzöffnungen für den Teillastbereich vorgesehen ist. Die eine Düsennadel wird somit bei

Teillast betätigt. Bei Vollast wird die andere Düsennadel bzw. beide Düsennadeln aktiviert. Um die Verkokungsgefahr zu vermindern, wird in der DE 41 15 478 C2 eine Kühlung der nicht betätigten Düsennadel vorgeschlagen.

Aufgabe der Erfindung ist es, bei einer Einspritzeinrichtung der eingangs genannten Art auf möglichst einfache Weise die Verkokungsgefahr zu verhindern.

Erfindungsgemäß erfolgt dies dadurch, dass im Teillastbetrieb die erste und die zweite Düsennadel abwechselnd betätigbar sind, wobei der Wechsel jeweils nach einer vorbestimmten Zahl an Einspritzungen, vorzugsweise nach jeder Einspritzung erfolgt, und dass im Vollastbetrieb beide Düsennadeln gleichzeitig betätigbar sind. Dadurch, dass bei Teillastbetrieb die beiden Düsennadeln abwechselnd betätigt werden, kann die Verkokungsgefahr praktisch ausgeschaltet werden. Der Wechsel zwischen den Düsennadeln kann nach jeder Einspritzung, oder nach 2, 5, 10 etc. Einspritzungen erfolgen. Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, dass die ersten und zweiten Einspritzöffnungen auf den gleichen Durchfluss, und zwar auf den halben Vollastdurchfluss ausgelegt sind. Die ersten und zweiten Einspritzöffnungen sowie die ersten und zweiten Einspritznadeln sind somit gleichwertig, so dass jede für sich auf die Teillasteinspritzung ausgelegt ist. Bei Vollast werden beide Düsennadeln geöffnet, so dass sich die Querschnitte der ersten und der zweiten Einspritzöffnungen aufsummieren.

In einer fertigungstechnisch einfachen Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die beiden Düsennadeln parallel nebeneinander angeordnet und die Düsennadelachsen voneinander beabstandet sind. Parallel nebeneinander angeordnete Düsennadeln haben gegenüber koaxial ineinander angeordneten Düsennadeln den Vorteil, dass keine Doppelpassungen im Sitzbereich der Düsennadeln erforderlich sind. Besonders platzsparend ist es dabei, wenn eine einzige Schließfeder über einen Kippteil auf beide Düsennadeln einwirkt. Durch den Kippteil wird eine vom Nadelhub der beiden Düsennadeln weitgehend unabhängige gleichmäßige Aufteilung der Kräfte zufolge der Schließfeder auf die Düsennadel bewirkt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn zwischen Kippteil und der Düsennadel jeweils ein vorzugsweise zylindrischer Wälzkörper angeordnet ist. Dadurch kann bei Schrägstellung des Kippteiles infolge asymmetrischer Betätigung der Düsennadeln ein Einleiten von Seitenkräften in die Düsennadeln weitgehend vermieden werden. Dies wirkt sich vorteilhaft auf die Standzeit der Düsennadelführung aus.

Während bei Teillast die beiden Düsennadeln abwechselnd betätigt werden, werden bei Vollast beide Düsennadeln gleichzeitig bewegt. Um ein Aufeinandertreffen der sich kreuzenden Einspritzstrahlen der Einspritzöffnungen unterschiedlicher Düsennadeln bei Vollast zu vermeiden, ist in weiterer Ausführung vorgesehen, dass die Mündungen der Einspritzöffnungen der ersten Düsennadel und die Mündungen der Einspritzöffnungen der zweiten Düsennadeln in voneinander beabstandeten Normalebenen auf die Düsennadelachsen angeordnet sind.

In einer sehr platzsparenden und kompakten Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass zumindest eine der beiden Düsennadeln axial geteilt ausgeführt ist und die beiden Teile im Bereich einer etwa normal auf die Düsenachse ausgebildeten Teilungsebene zueinander gerichtete Druckangriffsflächen ausbilden, welche einen Druckraum begrenzen, in welchen eine Druckleitung einmündet. Auf dem der Düsenkuppe abgewendeten Teil der Düsennadel wirkt dabei jeweils in Schließrichtung der Düsennadel eine Schließfeder ein. Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, dass zumindest eine der beiden zueinander gerichteten Druckangriffsflächen eine Bombierung oder kegelige Fläche aufweist. Wird der

Druckraum über die Druckleitung mit Druck beaufschlagt, so wird der durch die Schließfeder vorgespannte Teil der Düsennadel angehoben und der düsenkuppenseitige Teil der Düsennadel gegen den Nadelsitz gepresst. Entscheidend ist, dass die wirksame Druckangriffsfläche im Bereich der Teilungsebene größer ist als jene im Nadelsitzbereich bei geschlossener Nadel.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass sowohl die erste Düsennadel, als auch die zweite Düsennadel axial geteilt ausgeführt ist, wobei im Bereich der ersten bzw. zweiten Teilungsebene jeweils ein erster bzw. zweiter Druckraum angeordnet ist, in welchem eine erste bzw. zweite Druckleitung einmündet. Somit kann jede dieser Nadel unabhängig von der anderen geschlossen gehalten werden. Bei einer Einspritzeinrichtung mit zwei zueinander konzentrisch angeordneten Düsennadeln, wobei die erste Düsennadel innerhalb einer als Hohl-nadel ausgeführten zweiten Düsennadel verschiebbar angeordnet ist, ist es besonders vorteilhaft, wenn die beiden Teilungsebenen in Richtung der Düsennadelachse voneinander beabstandet sind.

Um die beiden Düsennadeln abwechselnd betätigen zu können, ist in weiterer Ausführung der Erfindung vorgesehen, dass die erste und die zweite Druckleitung von einem als 3/3-Wege Ventil ausgebildeten Steuerventil ausgehen, welches mit einer Hochdruckleitung verbunden ist, wobei in einer ersten Schaltstellung die Strömungsverbindung zwischen der ersten Druckleitung und der Hochdruckleitung geöffnet und zwischen der zweiten Druckleitung und der Hochdruckleitung geschlossen, in der zweiten Schaltstellung die Strömungsverbindung zwischen der ersten Druckleitung und der Hochdruckleitung geschlossen und zwischen der zweiten Druckleitung und der Hochdruckleitung geöffnet ist, und wobei in der dritten Schaltstellung die Strömungsverbindungen sowohl der ersten als auch der zweiten Druckleitung mit der Hochdruckleitung unterbrochen sind. Das Steuerventil wird dabei zweckmäßigerweise zweiseitig ausgeführt, wobei jede Spule auf einen als Steuerschieber ausgebildeten Anker einwirkt. Der Steuerschieber kann neben den zwei Endlagen auch eine Mittelstellung einnehmen. Besonders platzsparend ist es dabei, wenn die Bewegungsachse des Steuerschiebers etwa normal zur Injektorachse ausgebildet ist.

In einer äußerst bevorzugten Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass pro Düsennadel eine Einspritzleitung in einen die Düsennadel umgebenden Ringraum einmündet, und dass in jeder Einspritzleitung ein Steuerventil angeordnet ist, über welches der Durchfluss durch die jeweilige Einspritzleitung steuerbar ist. Das Steuerventil weist dabei zwei stabile Schaltstellungen, nämlich eine Schließstellung und eine Öffnungsstellung auf und kann als Magnetventil oder als piezoelektrisches Ventil ausgeführt sein.

Da sich das Steuerventil direkt in der Einspritzleitung zur Düsennadel befinden, werden die Düsennadeln direkt von den Steuerventilen angesteuert. Die Steuerventile sind somit Vollstromventile. Dadurch ergeben sich nur geringe Totvolumina, weshalb bei Teillast hohe Einspritzdrücke realisiert werden können.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Steuerventil eine Ventilmadel aufweist, welche durch den Kraftstoffdruck in der Einspritzleitung von einem Ventilsitz abhebbar und in die Öffnungsstellung bringbar ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass auf die Ventilmadel des Steuerventiles eine vorzugsweise durch eine Feder gebildete Schließkraft in Richtung der Schließstellung einwirkt. Die Öffnungskraft für die Steuerventile wird durch den Kraftstoffdruck in den Einspritzleitungen aufgebracht. Die Schließkraft auf die Ventilmadeln ist so dimensioniert, dass die Ventilmadel nur

im druckentlasteten Zustand der jeweiligen Einspritzleitung, also zwischen zwei Einspritzungen geschlossen werden kann. Dadurch ergibt sich eine sehr kompakte und platzsparende Ausführung der Steuerventile, insbesondere wenn das Steuerventil im aktivierten, also strombeaufschlagten Zustand durch eine vorzugsweise elektromagnetisch oder piezoelektrisch erzeugte Haltekraft in der Schließstellung gehalten werden kann. Die Betätigungseinrichtung, insbesondere Elektromagnete für das Steuerventil können verhältnismäßig klein dimensioniert werden, da die Ventilmadel nur in ihrer Schließstellung, unterstützt durch die in Schließrichtung wirkende Feder, gehalten werden muss. In dieser Stellung wirkt der Kraftstoffdruck in Öffnungsrichtung nur auf einen relativ kleinen ringförmigen Absatz der Ventilmadel, so dass die in Öffnungsrichtung wirkende Kraft verhältnismäßig klein ist. Erst bei Deaktivierung des Steuerventiles kann die Ventilmadel durch den relativ geringen Öffnungsdruck entgegen der Feder gehoben werden. Die durch die Feder verursachte Schließkraft muss somit kleiner sein als die durch den Kraftstoffdruck auf den ringförmigen Absatz der Ventilmadel wirkende Öffnungskraft.

Es ist weiters vorgesehen, dass der für das Öffnen des Steuerventiles durch den Kraftstoff in der Einspritzleitung erforderliche Öffnungsdruck geringer ist als jener Öffnungsdruck des Kraftstoffes, welcher für das Öffnen der Düsennadel notwendig ist. Somit macht das Steuerventil zu einem Zeitpunkt auf, bei dem der Öffnungsdruck für die Düsennadel noch nicht erreicht ist. Die Öffnungs- bzw. anfängliche Schließcharakteristik hängt somit im Wesentlichen nur von der Auslegung der Düsennadel ab.

Durch die als Vollstromventile ausgeführten Steuerventile kann der Fertigungsaufwand und die Anzahl der Bauteile der Einspritzeinrichtung, verglichen mit bekannten anderen Konzepten, sehr gering gehalten werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch die erfindungsgemäße Einspritzeinrichtung in einem Längsschnitt in einer ersten Ausführungsvariante,

Fig. 2 das Steuerventil dieser Einspritzeinrichtung,

Fig. 3 schematisch die erfindungsgemäße Einspritzeinrichtung in einem Längsschnitt in einer zweiten Ausführungsvariante,

Fig. 4 diese Einspritzeinrichtung in einem Schnitt gemäß der Linie IV-IV in Fig. 3,

Fig. 5 ein Strahlbild dieser Einspritzeinrichtung,

Fig. 6 schematisch die erfindungsgemäße Einspritzeinrichtung in einem Längsschnitt in einer dritten Ausführungsvariante,

Fig. 7 diese Einspritzeinrichtung in einem Schnitt gemäß der Linie VII-VII in Fig. 6 und

Fig. 8 ein Strahlbild dieser Einspritzeinrichtung.

Die in Fig. 1 dargestellte Einspritzeinrichtung weist eine als Doppelnadeldüse ausgeführte Einspritzdüse 1 mit einer ersten Düsennadel 2 und einer zweiten Düsennadel 3 auf, wobei beide Düsennadeln 2, 3 koaxial zueinander ausgeführt sind. Die erste Düsennadel 2 ist innerhalb der als Hohl-nadel ausgeführten zweiten Düsennadel 3 verschiebbar angeordnet. Die erste Düsennadel 2 steuert erste Einspritzöffnungen 4 und die zweite Düsennadel 3 steuert zweite Einspritzöffnungen 5 an, welche in der Düsenkuppe 6 angeordnet sind. In einem die beiden Düsennadeln 2, 3 umgebenden Ringraum 7 des Düsenkörpers 8 mündet eine Einspritzleitung 9 ein, welche dauernd mit einer von einer nicht weiter dargestellten Pumpe kommenden Hochdruckleitung 10 in Strömungsverbindung steht.

Die erste Düsennadel 2 wird über eine erste Schließfeder 11, die zweite Düsennadel 3 durch eine zweite Schließfeder



12 in Schließrichtung belastet.

Sowohl die erste Düsenadel 2 als auch die zweite Düsenadel 3 ist axial geteilt ausgeführt und weist jeweils einen düsenkuppenseitigen Teil 2a bzw. 3a und einen schließfederseitigen Teil 2b bzw. 3b auf, auf welchen die erste bzw. zweite Schließfeder 11, 12 einwirkt. Die beiden Teile 2a, 2b bzw. 3a, 3b der ersten bzw. zweiten Düsenadel 2, 3 weisen jeweils im Bereich der ersten bzw. zweiten Teilungsebene 13 bzw. 14, die im wesentlichen normal auf die Düsenadelachse 15 verläuft, jeweils zueinander gerichtete, bombierte Druckangriffsflächen 16a, 16b bzw. 17a, 17b auf. Im Bereich der Teilungsebenen 13, 14 sind im Düsenkörper 8 ringförmige Druckräume 18, 19 angeordnet. In den ersten Druckraum 18 mündet eine erste Druckleitung 20 und in den zweiten Druckraum 19 mündet eine zweite Druckleitung 21. Zur Druckbeaufschlagung der ersten Druckangriffsflächen 16a, 16b der ersten Düsenadel 2 weist die zweite Düsenadel 3 im Bereich des ersten Druckraumes 18 radiale Verbindungsöffnungen 22 auf.

Die erste und die zweite Druckleitung 20, 21 gehen von einem als 3/3-Wege Ventil ausgeführtem Steuerventil 23 aus, welches mit der Hochdruckleitung 10 verbunden ist. Das Steuerventil 23 weist zwei Spulen 24, 25 und einen Steuerschieber 26 auf, auf welchen zwei gleich starke Federn 27, 28 beidseits einwirken. Über die Federn 27, 28 wird der Steuerschieber 26 in der in Fig. 2 dargestellten Mittelstellung gehalten. In dieser Mittelstellung ist die Strömungsverbindung zwischen der ersten Druckleitung 20 bzw. der zweiten Druckleitung 21 mit der Hochdruckleitung 10 unterbrochen. Bei Auslenkung des Steuerschiebers 26 in eine der beiden Endstellungen wird entweder die Verbindung zwischen der Hochdruckleitung 10 und der ersten Druckleitung 20 oder die Verbindung zwischen der Hochdruckleitung 10 und der zweiten Druckleitung 21 freigegeben. Dadurch kann genügend schnell zwischen den beiden Druckleitungen 20 und 21 umgeschaltet werden. Da der Schaltvorgang jeweils zwischen zwei Einspritzungen stattfindet, braucht der Steuerschieber nicht unbedingt als schnellschaltendes Ventil ausgebildet sein. Unabhängig von der Stellung des Steuerschiebers 26 ist die Einspritzleitung 9 stets mit der Hochdruckleitung 10 verbunden.

Die ersten und zweiten Einspritzöffnungen 4, 5 befinden sich jeweils übereinander (Galerieanordnung) und sind jeweils für die halbe Vollastmenge, also für den gleichen Durchfluss ausgelegt. Bei Vollast sind sowohl die ersten als auch die zweiten Einspritzöffnungen 4, 5 geöffnet. Dabei befindet sich der Steuerschieber 26 des Steuerventils 23 in seiner mittleren Stellung, so dass die Druckleitungen 20 und 21 geschlossen sind. Dadurch werden beide Düsenadeln 2, 3 durch den auf die Ringflächen 29 und 30 wirkenden Einspritzdruck entgegen der Kraft der Schließfedern 11 und 12 gehoben. Die zweite Düsenadel 3 weist dafür im Bereich der Düsenkuppe 6 Übertrittsöffnungen 31 auf, welche einen die zweite Düsenadel 3 umgebenden Ringraum 32 mit einem zwischen erster und zweiter Düsenadel 2, 3 ausgebildeten Ringraum 33 verbinden. Im Vollastbetrieb sind die Spulen 24, 25 des Steuerventils 23 deaktiviert, so dass der Steuerschieber 26 durch die Federn 27 und 28 in seiner Mittelstellung gehalten wird. Die Bewegungsachse 26' des Steuerschiebers 26 ist dabei platzsparend etwa normal zur Injektorachse 15 angeordnet.

Im Teillastbetrieb dagegen werden die Spulen 24 und 25 abwechselnd mit Strom beaufschlagt. Der Wechsel erfolgt nach jeder Einspritzung oder nach einer vordefinierten Anzahl an Einspritzungen. Dadurch wird der Steuerschieber 26 abwechselnd entgegen der Kraft der Federn 27, 28 in seine beiden Endstellungen gezogen. In einer Endstellung wird die Strömungsverbindung zwischen der Hochdruckleitung

10 und der ersten Druckleitung 20 freigegeben, die zweite Druckleitung 21 bleibt geschlossen. Der Druckraum 18 wird somit über die Druckleitung 20 mit Druck beaufschlagt. Da die mit dem Druckraum 18 über die Öffnungen 22 strömungsverbundenen Druckangriffsflächen 16a, 16b der beiden Teile 2a, 2b der ersten Düsenadel 2 größer sind als die in Öffnungsrichtung wirkende Ringfläche 29 der ersten Düsenadel 2, ergibt sich eine Resultierende, welche in Schließrichtung auf die Düsenadel 2 wirkt. Gleichzeitig wirkt auf den der Düsenkuppe 6 abgewandten Teil 2b eine Kraft entgegen der Schließkraft der Schließfeder 11, welche den Teil 2b in Fig. 1 nach oben drückt. Die erste Düsenadel 2 wird somit geschlossen gehalten, während die zweite Düsenadel 3 entgegen der Kraft der Schließfeder 12 durch den Einspritzdruck geöffnet wird.

Bei Umschalten des Steuerventils 23 wird die erste Druckleitung 20 geschlossen und die zweite Druckleitung 21 mit der Hochdruckleitung 10 verbunden. Dabei wird der zweite Druckraum 19 in analoger Weise mit Druck beaufschlagt. Da die Druckangriffsfläche 17a des Teiles 3a der zweiten Düsenadel 3 größer ist als die in Öffnungsrichtung wirkende Ringfläche 30, wird die zweite Düsenadel 3 geschlossen gehalten. Der auf die Druckangriffsfläche 17b wirkende Druck lenkt den der Spitzenkuppe 6 abgewandten Teil 3b der zweiten Düsenadel 3 entgegen der Kraft der Schließfeder 12 in Fig. 1 nach oben aus. Es kann somit nur die erste Düsenadel 2 durch den Einspritzdruck geöffnet werden.

Durch fortwährendes Umschalten des Steuerventils 23 zwischen zwei aufeinanderfolgenden Einspritzvorgängen werden im Teillastbetrieb die Düsenadeln 2, 3 abwechselnd betätigt, so dass längere Stillstandszeiten von nicht betätigten Düsenadeln 2, 3 während des Betriebes und somit die Verkokung der entsprechenden Einspritzöffnungen 4, 5 wirksam vermieden wird.

Die in Fig. 3 gezeigte Einspritzeinrichtung weist eine als Doppelnadeldüse ausgeführte Einspritzdüse 101 mit einer ersten Düsenadel 102 und einer zweiten Düsenadel 103 auf, wobei beide Düsenadeln 102, 103 nebeneinander parallel angeordnet sind. Die Düsenadelachsen 102', 103' sind voneinander beabstandet. Die erste Düsenadel 102 steuert erste Einspritzöffnungen 104 und die zweite Düsenadel 103 steuert zweite Einspritzöffnungen 105 an, welche jeweils in einer Düsenkuppe 106a, 106b angeordnet sind. In einem die beiden Düsenadeln 102, 103 jeweils umgebenden Ringraum 107a, 107b des Düsenkörpers 108 mündet eine Einspritzleitung 109 ein, welche dauernd mit einer von einer nicht weiter dargestellten Pumpe kommenden Hochdruckleitung 110 in Strömungsverbindung steht.

Die erste Düsenadel 102 als auch die zweite Düsenadel 103 wird durch eine gemeinsame Schließfeder 111 in Schließrichtung belastet.

Sowohl die erste Düsenadel 102 als auch die zweite Düsenadel 103 ist axial geteilt ausgeführt und weist jeweils einen düsenkuppenseitigen Teil 102a bzw. 103a und einen schließfederseitigen Teil 102b bzw. 103b auf, auf welchen die gemeinsame Schließfeder 111 einwirkt. Die beiden Teile 102a, 102b bzw. 103a, 103b der ersten bzw. zweiten Düsenadel 102, 103 weisen jeweils im Bereich der ersten bzw. zweiten Teilungsebene 113 bzw. 114, die im wesentlichen normal auf die Düsenadelachsen 102', 103' verläuft, jeweils zueinander gerichtete, teilweise bombierte oder kegelsegmentförmige Druckangriffsflächen 116a, 116b bzw. 117a, 117b auf. Im Bereich der Teilungsebenen 113, 114 sind im Düsenkörper 108 Druckräume 118, 119 angeordnet. In den ersten Druckraum 118 mündet eine erste Druckleitung 120 und in den zweiten Druckraum 119 mündet eine zweite Druckleitung 121.

Die erste und die zweite Druckleitung 120, 121 gehen von einem als 3/3-Wege Ventil ausgeführtem Steuerventil 123 aus, welches mit der Hochdruckleitung 110 verbunden ist. Das Steuerventil 123 weist zwei Spulen 124, 125 und einen Steuerschieber 126 auf, auf welchen zwei gleich starke Federn 127, 128 beidseits einwirken. An Stelle durch Spulen 124, 125 kann die Auslenkung des Steuerschiebers 126 aber auch hydraulikgesteuert, beispielsweise nach dem Servoprinzip, oder auch pneumatisch erfolgen. Über die Federn 127, 128 wird der Steuerschieber 126 in der in Fig. 1 dargestellten Mittelstellung gehalten. In dieser Mittelstellung ist die Strömungsverbindung zwischen der ersten Druckleitung 120 bzw. der zweiten Druckleitung 121 mit der Hochdruckleitung 110 unterbrochen. Bei Auslenkung des Steuerschiebers 126 in eine der beiden Endstellungen wird entweder die Verbindung zwischen der Hochdruckleitung 110 und der ersten Druckleitung 120 oder die Verbindung zwischen der Hochdruckleitung 110 und der zweiten Druckleitung 121 freigegeben. Dadurch kann genügend schnell zwischen den beiden Druckleitungen 120 und 121 umgeschaltet werden. Da der Schaltvorgang jeweils zwischen zwei Einspritzungen stattfindet, braucht der Steuerschieber 126 nicht unbedingt als schnellstschaltendes Ventil ausgebildet sein. Unabhängig von der Stellung des Steuerschiebers 126 ist die Einspritzleitung 109 stets mit der Hochdruckleitung 110 verbunden.

Die ersten und zweiten Einspritzöffnungen 104, 105 sind jeweils für die halbe Vollastmenge, also für den gleichen Durchfluss ausgelegt. Bei Vollast sind sowohl die ersten als auch die zweiten Einspritzöffnungen 104, 105 geöffnet. Dabei befindet sich der Steuerschieber 126 des Steuerventils 123 in seiner mittleren Stellung, so dass die Druckleitungen 120 und 121 geschlossen sind. Dadurch werden beide Düsenadeln 102, 103 durch den auf die Ringflächen 129 und 130 wirkenden Einspritzdruck entgegen der Kraft der Schließfeder 111 gehoben. Im Vollastbetrieb sind die Spulen 124, 125 des Steuerventils 123 deaktiviert, so dass der Steuerschieber 126 durch die Federn 127 und 128 in seiner Mittelstellung gehalten wird. Die Bewegungsachse 126' des Steuerschiebers 126 ist dabei platzsparend etwa normal zu den Düsenadelachsen 102', 103' angeordnet.

Im Teillastbetrieb dagegen werden die Spulen 124 und 125 abwechselnd mit Strom beaufschlagt. Der Wechsel erfolgt nach jeder Einspritzung oder nach einer vordefinierten Anzahl an Einspritzungen. Dadurch wird der Steuerschieber 126 abwechselnd entgegen der Kraft der Federn 127, 128 in seine beiden Endstellungen gezogen. In einer Endstellung wird die Strömungsverbindung zwischen der Hochdruckleitung 110 und der ersten Druckleitung 120 freigegeben, die zweite Druckleitung 121 bleibt geschlossen. Der Druckraum 118 wird somit über die Druckleitung 120 mit Druck beaufschlagt. Da die mit dem Druckraum 118 strömungsverbundenen Druckangriffsflächen 116a, 116b der beiden Teile 102a, 102b der ersten Düsenadel 102 größer sind als die in Öffnungsrichtung wirkende Ringfläche 129 der ersten Düsenadel 102, ergibt sich eine Resultierende, welche in Schließrichtung auf die Düsenadel 102 wirkt. Gleichzeitig wirkt auf den der Düsenkuppe 106 abgewandten Teil 102b eine Kraft entgegen der Schließkraft der Schließfeder 111, welche den Teil 102b in Fig. 1 nach oben drückt. Die erste Düsenadel 102 wird somit geschlossen gehalten, während die zweite Düsenadel 103 entgegen der Kraft der Schließfeder 111 durch den Einspritzdruck geöffnet wird.

Bei Umschalten des Steuerventils 123 wird die erste Druckleitung 120 geschlossen und die zweite Druckleitung 121 mit der Hochdruckleitung 110 verbunden. Dabei wird der zweite Druckraum 119 in analoger Weise mit Druck beaufschlagt. Da die Druckangriffsfläche 117a des Teiles 103 der zweiten Düsenadel 103 größer ist als die in Öffnungs-

richtung wirkende Ringfläche 130, wird die zweite Düsenadel 103 geschlossen gehalten. Der auf die Druckangriffsfläche 117b wirkende Druck lenkt den der Spitzenkuppe 106b abgewandten Teil 103b der zweiten Düsenadel 103 entgegen der Kraft der Schließfeder 111 in Fig. 1 nach oben aus. Es kann somit nur die erste Düsenadel 102 durch den Einspritzdruck geöffnet werden.

Durch fortwährendes Umschalten des Steuerventils 123 zwischen zwei aufeinanderfolgenden Einspritzvorgängen werden im Teillastbetrieb die Düsenadeln 102, 103 abwechselnd betätigt, so dass längere Stillstandszeiten von nicht betätigten Düsenadeln 102, 103 während des Betriebes und somit die Verkokung der entsprechenden Einspritzöffnungen 104, 105 wirksam vermieden wird.

Die Mündungen 104' der Einspritzöffnungen 104 in den Brennraum der ersten Düsenkuppe 106a und die Mündungen 105' der Einspritzöffnungen 105 der zweiten Düsenkuppe 106b sind jeweils in voneinander beabstandeten Normalebenen 104a bzw. 105a auf die Düsenadelachsen 102', 103' angeordnet. Der Abstand zwischen den Normalebenen 104a, 105a ist mit a bezeichnet. Dieser Abstand bewirkt, dass sich die Strahlen der ersten und zweiten Einspritzöffnungen 104, 105 bei Vollast nicht gegenseitig behindern, also nicht aufeinandertreffen. Vorteilhafterweise sind beide Düsenkuppen 106a, 106b mit der gleichen Lochanzahl, vorzugsweise 3, ausgeführt, wodurch sich das in Fig. 3 abgebildete Strahlenbild ergibt.

Die Schließfeder 111 wirkt über den Kippteil 111a auf beide Düsenadeln 102, 103, und zwar auf die oberen Teile 102b und 103b der Düsenadeln. Dadurch wird auch bei unterschiedlichen Nadelhuben der beiden Düsenadeln 102, 103 eine gleichmäßige Kraftverteilung zufolge der Schließfeder 111 bewirkt. Um zu vermeiden, dass bei Schwenkbewegungen des Kippteiles 111a Querkräfte in die Teile 102b, 103b geleitet werden, welche die Nadelführungen 102b' und 103b' beschädigen könnten, sind zwischen dem Kippteil 111a und dem Teil 102b bzw. 103b jeweils zylindrische Wälzkörper 140 bzw. 141 angeordnet. Im Vergleich zu kugelförmigen Wälzkörpern haben die zylindrischen Wälzkörper 140, 141 den Vorteil, dass die Kräfte durch Linienkontakt und nicht durch Punktkontakt übertragen werden.

Die Einspritzeinrichtung in der aus Fig. 6 ersichtlichen Ausführung weist eine als Doppelnadeldüse ausgeführte Einspritzdüse 201 mit einer ersten Düsenadel 202 und einer zweiten Düsenadel 203 auf, wobei beide Düsenadeln 202, 203 nebeneinander parallel angeordnet sind. Die Düsenadelachsen 202', 203' sind voneinander beabstandet. Die erste Düsenadel 202 steuert erste Einspritzöffnungen 204 und die zweite Düsenadel 203 steuert zweite Einspritzöffnungen 205 an, welche jeweils in einer Düsenkuppe 206a, 206b angeordnet sind. In jeden der beiden Düsenadeln 202, 203 jeweils umgebenden Ringraum 207a, 207b des Düsenkörpers 208 mündet jeweils eine Einspritzleitung 209a, 209b ein, welche über je ein Steuerventil 223a, 223b mit einer von einer nicht weiter dargestellten Pumpe kommenden Hochdruckleitung 210, 210a, 210b in Strömungsverbindung steht.

Die erste Düsenadel 202 als auch die zweite Düsenadel 203 wird durch eine gemeinsame Schließfeder 211 in Schließrichtung belastet.

In jeder der beiden Einspritzleitungen 209a, 209b ist jeweils ein Steuerventil 223a, 223b angeordnet, über welches die Einspritzleitung 209a, 209b mit der Hochdruckleitung 210, 210a, 210b strömungsverbunden ist. Jedes Steuerventil 223a, 223b weist eine Ventilsadel 226a, 226b auf, welche in der Schließstellung des Steuerventils 223a, 223b auf einem Ventilsitz 231a, 231b aufliegt. Jede Düsenadel 210a, 210b ist von einem Ringraum 232a, 232b umgeben, in welchen



eine Hochdruckleitung 210a, 210b einmündet. Die Hochdruckleitungen 210a, 210b gehen von der gemeinsamen Hochdruckleitung 210 aus. Im Bereich des Ringraumes 232a, 232b weist jede Ventalnadel 226a, 226b eine durch einen Absatz gebildete ringförmige Druckangriffsfläche 233a, 233b für den über die Hochdruckleitung 210a, 210b in den Ringraum 232a, 232b zugeführten Kraftstoff auf, wodurch bei Druckbeaufschlagung der Hochdruckleitung 210 eine hydraulisch bewirkte Öffnungskraft auf die Ventalnadeln 226a, 226b einwirkt.

Die Steuerventile 223a, 223b sind im Ausführungsbeispiel als Magnetventile ausgeführt. Genauso ist es denkbar, als Steuerventile 223a, 223b piezoelektrische Ventile zu verwenden.

Mit Bezugszeichen 234a und 234b sind fest mit den Ventalnadeln 226a und 226b verbundene Anker bezeichnet, welche bei Strombeaufschlagung der Spulen 224a, 224b entgegen der Öffnungsrichtung angezogen werden, wodurch auf die Ventalnadel 226a, 226b eine in Schließrichtung wirkende Haltekraft einwirkt, welche die Ventalnadeln 226a, 226b auf ihren Ventilsitz 231a, 231b drückt. Die Haltekraft muss dabei mindestens so groß sein, dass die Ventalnadel 226a, 226b nicht durch die Öffnungskraft zufolge des Kraftstoffdruckes in der Hochdruckleitung 210 vom Ventilsitz 231a, 231b angehoben werden kann.

Auf jede der Ventalnadeln 226a, 226b wirkt weiters eine durch eine Feder 227a, 227b gebildete geringe Schließkraft entgegen der Öffnungsrichtung ein, welche die Ventalnadel 226a, 226b bei Druckentlastung der Hochdruckleitungen 210, 210a, 210b auch bei stromloser Spule 224a, 224b in die Schließstellung bewegt. Da im drucklosen Zustand keine wesentlichen Öffnungskräfte entgegenwirken, können die Federn 127a, 127b relativ klein dimensioniert und auf einen bestimmten Öffnungsdruck ausgelegt sein. Dabei ist es vorteilhaft, wenn der notwendige Öffnungsdruck durch den Kraftstoff für das deaktivierte Steuerventil 223a, 223b geringer ist als der Öffnungsdruck für die Düsennadel 202, 203.

Die beiden Steuerventile 223a und 223b sind vorteilhafterweise gleich dimensioniert. Die Spulen 224a, 224b der Steuerventile 223a, 223b werden nur im Zeitbereich des Einspritzvorganges mit Strom beaufschlagt. Die Ventalnadel 226a, 226b der mit Strom beaufschlagten Spule 224a, 224b wird auf ihrem Ventilsitz 231a, 231b gehalten. Wenn eine der beiden Spulen 224a, 224b stromlos ist oder stromlos geschaltet wird, kann der Kraftstoffdruck im Ringraum 232a, 232b die jeweilige Ventalnadel 226a, 226b abheben und somit eine Strömungsverbindung zwischen der Einspritzleitung 209a, 209b und der Hochdruckleitung 210 herstellen, wodurch im Ringraum 207a, 207b der jeweiligen Düsennadel 202, 203 der Einspritzdruck herrscht und auf die Ringflächen 229, 230 in Öffnungsrichtung der Düsennadel 202, 203 entgegen der Kraft der Schließfeder 211 einwirkt und die jeweilige Düsennadel 202, 203 öffnet und somit die Einspritzung durch die Einspritzöffnungen 204 oder 205 einleitet.

Werden die Spulen 224a, 224b beider Steuerventile 223a, 223b stromlos geschaltet, kann die Einspritzung über beide Düsennadeln 202, 203 sowohl durch die ersten Einspritzöffnungen 204, als auch durch die zweiten Einspritzöffnungen 205 erfolgen. Dies ist beispielsweise im Volllastbetrieb sinnvoll. Bei Volllast werden somit sowohl die ersten, als auch die zweiten Einspritzöffnungen 204, 205 gleichzeitig geöffnet. Durch die Deaktivierung der Spulen 224a, 224b können die Ventalnadeln 226a, 226b der Steuerventile 223a, 223b gleichzeitig in ihre Öffnungsstellung gehoben werden, so dass die Einspritzleitungen 209a, 209b mit der Hochdruckleitung 210 strömungsverbunden sind. Dadurch werden

beide Düsennadeln 202, 203 durch den auf die Ringflächen 229 und 230 wirkenden Einspritzdruck entgegen der Kraft der Schließfeder 211 angehoben.

Im Teillastbetrieb dagegen werden die Spulen 224a und 224b der Steuerventile 223a, 223b abwechselnd mit Strom beaufschlagt. Der Wechsel erfolgt nach jeder Einspritzung oder nach einer vordefinierten Anzahl an Einspritzungen. Dadurch werden die Ventalnadeln 226a, 226b abwechselnd in ihrer Schließstellung gehalten bzw. – bei Deaktivierung des jeweiligen Steuerventiles 223a, 223b – durch Kraftstoffdruck in die Öffnungsstellung gehoben. Dadurch wird der Ringraum 207a, 207b der Düsennadel 202, 203 des jeweils deaktivierten Steuerventiles 223a, 223b mit der Hochdruckleitung 210 strömungsverbunden, wodurch die jeweilige Düsennadel 202, 203 durch den Kraftstoffdruck geöffnet wird. Die Düsennadel 203, 202 des aktivierten Steuerventiles 223b, 223a bleibt dagegen geschlossen, da die entsprechende Ventalnadel 226b, 226a durch die elektromagnetische Haltekraft auf ihren Ventilsitz 231b, 231a gedrückt und somit die Strömungsverbindung mit der Hochdruckleitung 210 unterbrochen bleibt.

Durch fortwährendes Umschalten zwischen den Steuerventilen 223a und 223b zwischen zwei aufeinanderfolgenden Einspritzvorgängen werden im Teillastbetrieb die Düsennadeln 202, 203 abwechselnd betätigt, so dass längere Stillstandszeiten von nicht betätigten Düsennadeln 202, 203 während des Betriebes und somit die Verkokung der entsprechenden Einspritzöffnungen 204, 205 wirksam vermieden wird.

Mit der beschriebenen Einspritzeinrichtung lässt sich als Zusatzfunktion auch eine gestufte Einspritzung ("Boot Injection"), insbesondere im oberen Teillastbereich realisieren. Dabei bleibt zu Beginn der Einspritzung eines der beiden Steuerventile 223a, 223b deaktiviert. Das andere Steuerventil 223b, 223a wird durch Bestromung der Spule 224b, 224a aktiviert, sodass anfangs nur eine Düsennadel 202, 203 öffnet. Während dieser Einspritzung wird mit einer bestimmten zeitlichen Verzögerung auch die Spule 224b, 224a des anderen Steuerventiles 223b, 223a stromlos gemacht und somit auch das entsprechende Steuerventil 223b, 223a ebenfalls geöffnet. Dies hat zur Folge, dass auch die andere Düsennadel 203, 202 geöffnet wird und nun die Einspritzung sowohl über die ersten Einspritzöffnungen 204, als auch über die zweiten Einspritzöffnungen 205 erfolgt. Dadurch, dass die erste Einspritzphase mit einer geringeren Kraftstoffmenge erfolgt, lässt sich ein weicherer Verbrennungsverlauf realisieren, wodurch vor allem das Geräusch, aber auch die NO<sub>x</sub>-Emissionen verringert werden können.

Die Mündungen 204' der Einspritzöffnungen 204 in den Brennraum der ersten Düsenkuppe 206a und die Mündungen 205' der Einspritzöffnungen 205 der zweiten Düsenkuppe 206b sind jeweils in voneinander beabstandeten Normalebenen 204a bzw. 205a auf die Düsennadelachsen 202', 203' angeordnet. Der Abstand zwischen den Normalebenen 204a, 205a ist mit a bezeichnet. Dieser Abstand bewirkt, dass sich die Strahlen der ersten und zweiten Einspritzöffnungen 204, 205 bei Volllast nicht gegenseitig behindern, also nicht aufeinandertreffen. Vorteilhafterweise sind beide Düsenkuppen 206a, 206b mit der gleichen Lochanzahl, vorzugsweise 3, ausgeführt, wodurch sich das in Fig. 3 abgebildete Strahlenbild ergibt.

Im Teillastbereich wird dabei über jeweils drei Einspritzöffnungen, bei Volllastbetrieb hingegen mit der doppelten Anzahl, also über sechs Einspritzöffnungen eingespritzt.

Die Schließfeder 211 wirkt über den Kippteil 211a auf beide Düsennadeln 202, 203. Dadurch wird auch bei unterschiedlichen Nadelhuben der beiden Düsennadeln 202, 203 eine gleichmäßige Kraftverteilung zufolge der Schließfeder

211 bewirkt. Um zu vermeiden, dass bei Schwenkbewegungen des Kippteiles 211a Querkräfte in die Düsenadeln 202, 203 geleitet werden, welche die Nadelführungen 202b' und 203b' beschädigen könnten, ist zwischen dem Kippteil 211a und der Düsenadel 202 bzw. 203 jeweils ein zylindrischer Wälzkörper 240 bzw. 241 angeordnet. Im Vergleich zu kugelförmigen Wälzkörpern haben die zylindrischen Wälzkörper 240, 241 den Vorteil, dass die Kräfte durch Linienkontakt und nicht durch Punktkontakt übertragen werden.

#### Patentansprüche

1. Einspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer als Doppelnadeldüse ausgeführten Einspritzdüse (1; 101; 201) zur Realisierung unterschiedlicher Einspritzquerschnitte für den Teillastbetrieb und den Vollastbetrieb, mit einer mit ersten Einspritzöffnungen (4; 104; 204) zusammenwirkenden ersten Düsenadel (2; 102; 202) und einer mit zweiten Einspritzöffnungen (5; 105; 205) zusammenwirkenden zweiten Düsenadel (3; 103; 203), wobei die erste und die zweite Düsenadel (2, 3; 102, 103; 202, 203) im Teillastbetrieb unabhängig voneinander und alternativ geöffnet werden können, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Teillastbetrieb die erste und die zweite Düsenadel (2, 3; 102, 103; 202, 203) abwechselnd betätigbar sind, wobei der Wechsel jeweils nach einer vorbestimmten Zahl an Einspritzungen, vorzugsweise nach jeder Einspritzung erfolgt, und dass im Vollastbetrieb beide Düsenadeln (2, 3; 102, 103; 202, 203) gleichzeitig betätigbar sind.
2. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten Einspritzöffnungen (4, 5; 104, 105; 204, 205) auf den gleichen Durchfluss, und zwar auf den halben Vollastdurchfluss ausgelegt sind.
3. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der beiden Düsenadeln (2, 3; 102, 103) axial geteilt ausgeführt ist und die beiden Teile (2a, 2b; 3a, 3b; 102a, 102b; 103a, 103b) im Bereich einer etwa normal auf die Düsenadelachse (15; 115) ausgebildeten Teilungsebene (13, 14; 113, 114) zueinander gerichtete Druckangriffsflächen (16a, 16b; 17a, 17b; 116a, 116b; 117a, 117b) ausbilden, welche einen Druckraum (18, 19; 118, 119) begrenzen, in welchen eine Druckleitung (20, 21; 120, 121) einmündet.
4. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der beiden zueinander gerichteten Druckangriffsflächen (16a, 16b; 17a, 17b; 116a, 116b; 117a, 117b) eine Bombierung oder kegelförmige Fläche aufweist.
5. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die erste Düsenadel (2; 102) als auch die zweite Düsenadel (3; 103) axial geteilt ausgeführt ist, wobei im Bereich der ersten bzw. zweiten Teilungsebene (13, 14; 113, 114) jeweils ein erster bzw. zweiter Druckraum (18, 19; 118, 119) angeordnet ist, in welchem eine erste bzw. zweite Druckleitung (20, 21; 120, 121) einmündet.
6. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 5 mit zwei konzentrisch zueinander angeordneten Düsenadeln (2, 3), wobei die erste Düsenadel (2) innerhalb der als Hohladel ausgebildeten zweiten Düsenadel (3) verschiebbar angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Teilungsebenen (13, 14) in Richtung der Düsenadelachse (15) voneinander beabstandet sind.
7. Einspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 3

bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Druckleitung (20, 21; 120, 121) von einem als 3/3-Wege Ventil ausgebildeten Steuerventil (23; 123) ausgehen, welches mit einer Hochdruckleitung (10; 110) verbunden ist, wobei in einer ersten Schaltstellung die Strömungsverbindung zwischen der ersten Druckleitung (20; 120) und der Hochdruckleitung (10; 110) geöffnet und zwischen der zweiten Druckleitung (21; 121) und der Hochdruckleitung (10; 110) geschlossen, in der zweiten Schaltstellung die Strömungsverbindung zwischen der ersten Druckleitung (20; 120) und der Hochdruckleitung (10; 110) geschlossen und zwischen der zweiten Druckleitung (21; 121) und der Hochdruckleitung (10; 110) geöffnet ist, und wobei in der dritten Schaltstellung die Strömungsverbindungen sowohl der ersten als auch der zweiten Druckleitung (20, 21; 120, 121) mit der Hochdruckleitung (10; 110) unterbrochen sind.

8. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuerventil (23; 123) zweispulig ausgeführt ist, wobei beide Spulen (24, 25; 124, 125) auf einen einzigen Steuerschieber (26; 126) einwirken, dessen Bewegungsachse (34; 134) vorzugsweise etwa normal zur Injektorachse (15; 115) ausgebildet ist.

9. Einspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 oder 7 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Düsenadeln (102, 103; 202, 203) parallel nebeneinander angeordnet und die Düsenadelachsen (102', 103'; 202', 203') voneinander beabstandet sind.

10. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine einzige Schließfeder (111; 211) über einen Kippteil (111a; 211a) auf beide Düsenadeln (102, 103; 202, 203) einwirkt.

11. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Kippteil (111a; 211a) und der Düsenadel (102, 103; 202, 203) jeweils ein vorzugsweise zylindrischer Wälzkörper (140, 141; 240, 241) angeordnet ist.

12. Einspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Mündungen (104'; 204') der Einspritzöffnungen (104; 204) der ersten Düsenadel (102; 202) und die Mündungen (105'; 205') der Einspritzöffnungen (105; 205) der zweiten Düsenadeln (103; 203) in voneinander beabstandeten Normalebenen (104a, 105a; 204a, 205a) auf die Düsenadelachsen (102', 103'; 202', 203') angeordnet sind.

13. Einspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass pro Düsenadel (202, 203) eine Einspritzleitung (209a, 209b) in einen die Düsenadel (202, 203) umgebenden Ringraum (207a, 207b) einmündet, und dass in jeder Einspritzleitung (209a, 209b) ein Steuerventil (223a, 223b) angeordnet ist.

14. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Steuerventil (223a, 223b) zwei stabile Schaltstellungen, nämlich eine Schließstellung und eine Öffnungsstellung aufweist.

15. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Steuerventil (223a, 223b) als Magnetventil oder als piezoelektrisches Ventil ausgeführt ist.

16. Einspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuerventil (223a, 223b) eine Ventilsitz (226a, 226b) aufweist, welche durch den Kraftstoffdruck in der Einspritzleitung (209a, 209b) von einem Ventilsitz (231a, 231b) abhebbar und in die Öffnungsstellung bringbar ist.

17. Einspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Ventilsadel (226a, 226b) des Steuerventiles (223a, 223b) eine vorzugsweise durch eine Feder (127a, 127b) gebildete Schließkraft in Richtung der Schließstellung einwirkt. 5
18. Einspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuerventil (223a, 223b) im aktivierten, also strombeaufschlagten Zustand durch eine vorzugsweise elektromagnetisch oder piezoelektrisch erzeugte Haltekraft in der Schließ- 10  
stellung gehalten werden kann.
19. Einspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der für das Öffnen des Steuerventiles (223a, 223b) erforderliche Öffnungsdruck des Kraftstoffes in der Einspritzleitung 15  
(209a, 209b) geringer ist als jener Öffnungsdruck des Kraftstoffes, welcher für das Öffnen der Düsenadel (202, 203) notwendig ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen 20

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65



- Leerseite -

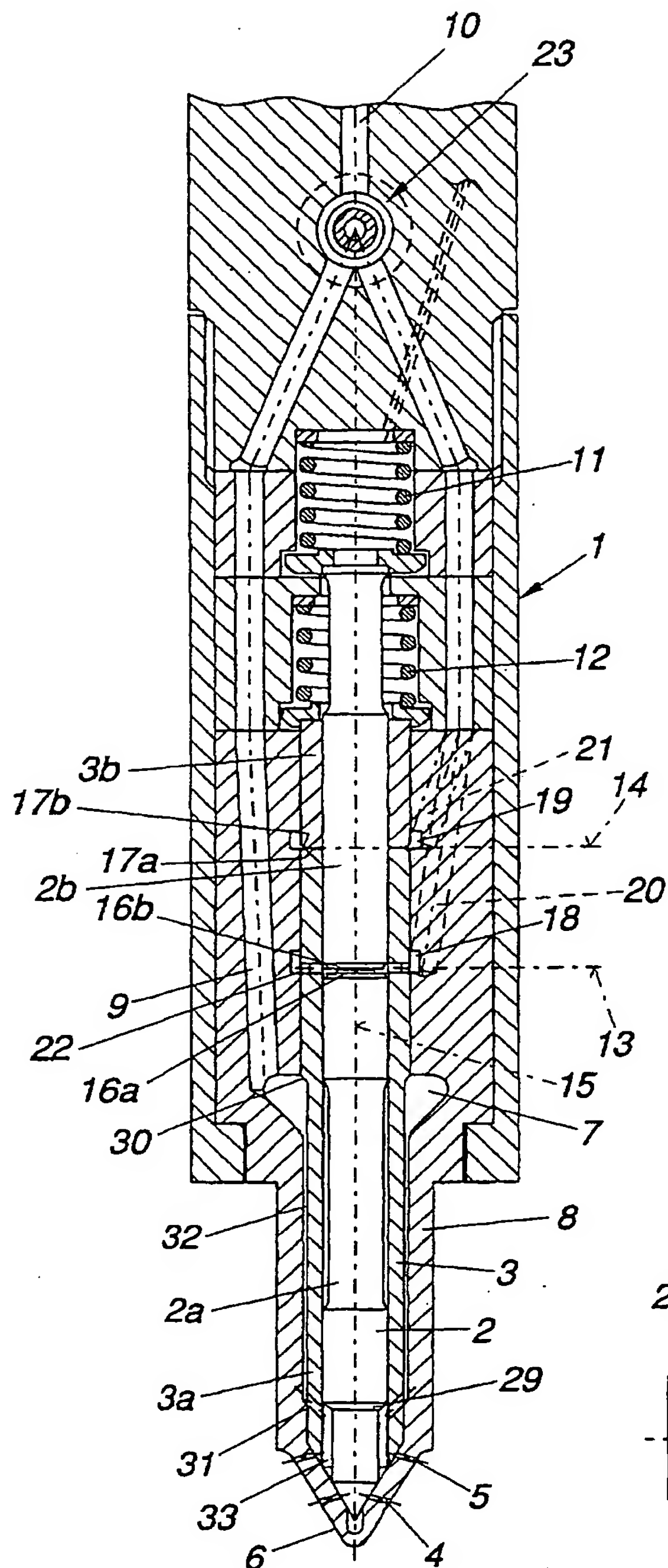


Fig. 1

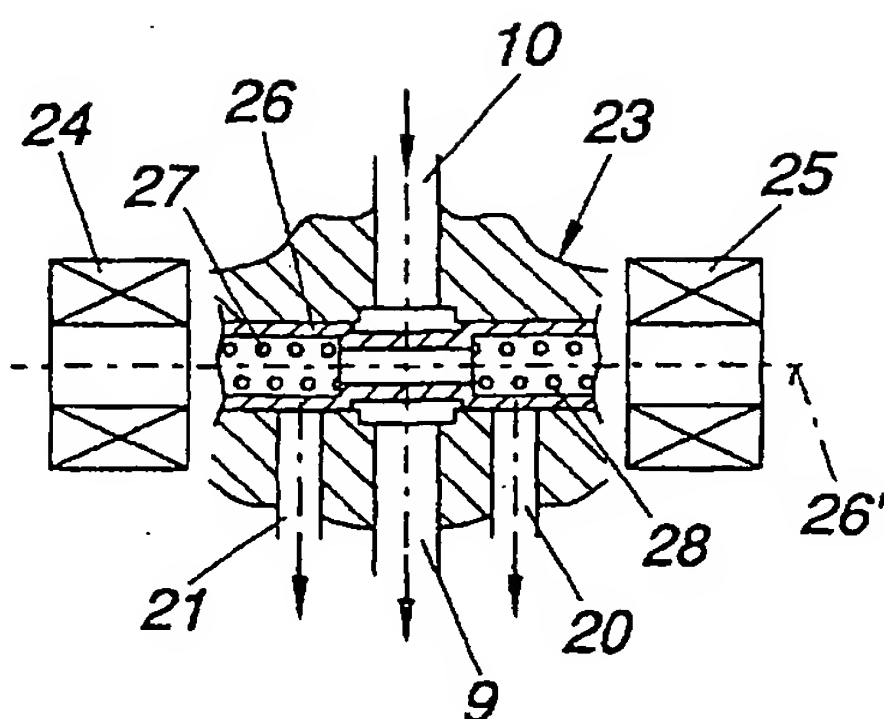


Fig. 2

